



TITLE:

# 合県モデルと区割人口頑健性による選挙制度の評価と提言 (最適化の基礎理論と応用)

AUTHOR(S):

堀田, 敬介

---

CITATION:

堀田, 敬介. 合県モデルと区割人口頑健性による選挙制度の評価と提言 (最適化の基礎理論と応用). 数理解析研究所講究録 2014, 1879: 79-90

ISSUE DATE:

2014-04

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/195622>

RIGHT:

# 合県モデルと区割人口頑健性による 選挙制度の評価と提言

文教大学 情報学部

堀田敬介

Keisuke Hotta

Faculty of Information and Communication,

Bunkyo University

## 概要

投票の平等価値を実現するためには、選挙制度の設計とともに議員定数配分問題と制度によっては区割画定問題を解く必要がある。政治的見地から、区割画定問題では最適解の求解が必須となる。日本においてはこの問題の厳密解導出が可能となり、さまざまな知見が得られている。本研究では、都道府県を越えた選挙区を限定的に作成した場合、一票の最大格差がどの程度改善されるのかを、最適化の限界値導出を用いて分析する。また、人口変動に対する区割の頑健性について評価し、人口頑健な選挙区の求め方と使い方について言及する。さいごに、本研究およびこれまで得られている知見から、格差を縮小するには小選挙区をどのように作成していくべきかについて述べる。

## 1 はじめに

1994 年に衆議院議員選挙で小選挙区制が導入されて以降、選挙が実施される度に、一票の価値に関する訴訟がおこされている。一方、区割りの見直しは、国勢調査にあわせて設定されている。2012 年 12 月 16 日衆院選に対する選挙無効請求訴訟では高裁の殆どが「違憲」判決を出し、2009 年 8 月 30 日衆院選選挙無効訴訟に対する判決で既に「違憲状態」を出している最高裁（2011 年 3 月 23 日, [25, 26]）も、今回は「違憲」判決を出すことが予想された。しかしながら、衆議院議員選挙区画定審議会（以下「審議会」）が 2013 年 3 月 28 日に「0 増 5 減」案（1.998 倍）を勧告し、6 月 24 日に可決されたこともあってか、2013 年 11 月 20 日の判決 [27, 28] では、またもや「違憲状態」に留まり、従来通り選挙無効請求も退けた。

ただし、今回の区割改定案は、審議会も言及しているとおり緊急避難的なものであり、格差を2倍未満にすることだけを目標に、最初に全国下限選挙区（鳥取県新2区）を設定し、その2倍の数値を超える選挙区を対象として改定したに留まっている。東日本大震災（2011年3月11日）という未曾有の災害の影響で、見直し議論が中断していたということを考慮しても、1年以上の準備期間があった中では不十分な案である。

小選挙区制が導入された1994年以降、2013年までの全ての衆議院議員選挙において、一票の格差を巡って選挙無効請求訴訟が起こされている。各選挙時点での最大格差、最高裁判決の歴史を関連事項とともに表1.1に示す。

表 1.1: 衆議院議員選挙、一票の最大格差、最高裁判決の歴史

	最大格差	最高裁判決
1996年衆院選（1996/1/20）	2.309倍	合憲
2000年衆院選（2000/6/25）	2.471倍	合憲
—（2000年 国勢調査）		
—（2002年 区割改定）	2.064倍	
2005年衆院選（2005/9/11）	2.171倍	合憲
—（2005年 国勢調査）		
—（2006年 区割見直し議論 → 結論: 変更せず）		
2009年衆院選（2009/8/30）	2.310倍	違憲状態
		高裁 [違憲 4/違憲状態 3/合憲 3]
—（2010年 国勢調査）		
—（2011年 区割見直し議論 → 東日本大震災により中断）		
2012年衆院選（2012/12/16）	2.428倍	違憲状態
		高裁 [違憲 12/違憲状態 2/合憲 0]
—（2013年 区割改定）	1.998倍	

選挙区割画定に関係する法律としては、まず「一票の格差問題」で憲法違反かどうかが問われる、日本国憲法第14条1項（法の下での平等）がある。区割画定をする上では、憲法第43条2項（両議員の議員定数）、第46条（参議院の任期と半数改選）、第47条（選挙区の決め方）がある。さらに第47条を受けて、公職選挙法第13条（衆議院の選挙区）、第14条（参議院の選挙区）、別表1（衆議院小選挙区）、別表2（衆議院比例区）、別表3（参議院選挙区）となる。また、勧告案をだす審議会に関して、衆議院議員選挙区画定審議会設置法などがある。

そして、審議会は「区割りの改定案の作成方針 [23, 24]」をつくり、内閣総理大臣に対して区割り案の勧告を行い、それに基づき内閣が法案を提出して国会で審議・可決される、という流れとなる。作業は、総議席（1994～2012年まで300議席、今後295議席）を47都道府県にわりふる「議員定数配分」を行い、その後、都道府県毎に「区割画定」がなされる。

さて、日本の国政選挙制度では、選挙前の準備時（区割改定作業時）と選挙実施

時に「議席配分問題」と「区割画定問題」に答える必要があるが、まとめると表 1.2 となる<sup>1</sup>。

表 1.2: 日本の国政選挙制度における解く必要のある問題

	衆議院 480		参議院 242(121)	
	小選挙区 300	比例区 180	選挙区 146(73)	比例区 96(48)
議席配分問題	必要	必要	必要	—
区割画定問題	必要	—	—	—
当選確定問題	—	必要	—	必要

表中の「当選確定問題」とは、選挙実施後の票集計結果をもとに、獲得議席数の比率に従って各党へ議席を配分する（即ち、議員定数配分問題を解く）問題をさす。従って、衆議院小選挙区の区割画定問題以外は、全て議席配分問題である。

議席配分に関しては、様々な手法が提案され分析されている（cf. [1, 31, 32, 51]）。区割画定問題をモデル化する方法は複数考えられ、集合分割問題としての定式化に代表されるように、最適解を求める問題としては NP 困難である。諸外国や日本の先行研究で、発見的解法による方法が多数提案されている（cf. [2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 20, 33, 37, 38]）が、国が違ふと問題が異なり、日本では集合分割・全域森などの問題のモデル化・定式化を示すものだけだった。政治的見地から日本全国の厳密解導出が必須である（cf. [34, 35]）との指摘があり、根本・堀田によりはじめて全国の厳密解が求められ [40, 41]、それを用いた様々な知見が得られた（cf. [42, 43, 44, 45, 46]）。

2010 年国勢調査人口（速報値）、2011 年 3 月末時点の行政界をデータとして、300 議席の議席配分・区割画定とともに最適化問題として定式化し、審議会の定める作成方針 [23] にもとづく制約のもとで、最大格差最小を目的として解くと、一票の最大格差は、議席配分時の下限として 1.600 倍、最適区割画定後最終的に 1.931 倍となる [47]。議席数が 295 の場合は、それぞれ 1.621 倍、1.931 倍となり、最終的な格差は変わらない。

区割画定問題においては、格差拡大を防ぐために、例外規定を満たす場合のみ市区郡分割が行われるが、市区郡分割をなるべく避けるためには、議席配分時の格差下限を下げておく方が望ましい。議席配分問題に対しては 200 年以上の歴史があり、様々な手法が提案され分析されてきた（cf. [1, 31, 32, 51, 50]）。しかし、定性的な分析が主で、具体的な事例に適用する場合には、特に、投票価値の平等性が最重要事項であるとされる日本の国政選挙などについては、定量的に最小下限を達成する手法を採用することが望ましい。

議席配分問題について、代表的な議席配分法（剰余法 1 つ、除数法 5 つ）による議席配分で一人別枠方式を使った場合と使わない場合、2013 年 3 月 23 日勧告の「0 増 5 減」案、及び最小下限を達成する最適化手法を用いた結果を表 1.3 に示す。人口はすべて 2010 年国勢調査速報値による。

<sup>1</sup>現在の衆議院議席数は、総議席数 475、小選挙区議席数 295。参議院は 3 年ごと半数改選なので、1 回の選挙における議席数は表 1.2 括弧内の数値となる

表 1.3: 議席配分後の一票の最大格差下限, 295 議席

optR	optD	LRM	LD	AMD	GMD	HMD	SD
1.621	1.598	1.643	1.966	1.643	1.643	1.702	1.598
475,795	470,091	588,418	785,873	588,418	588,418	500,631	470,091
294,209	294,209	358,177	399,720	358,177	358,177	294,209	294,209
0 増 5 減		1+LRM	1+LD	1+AMD	1+GMD	1+HMD	1+SD
1.789		1.883	1.598	1.932	1.986	2.128	2.714
526,470		506,221	470,091	506,221	506,211	508,107	532,324
294,209		268,823	294,209	261,958	254,865	238,785	196,139

表の数値は、47 都道府県に議席配分し、一選挙区当たり平均人口を計算して、その最大値と最小値、及びその比を求めたものである。各記号は手法名である<sup>2</sup>。これらの数値は、この後行う区割画定で最終的に決まる一票の最大格差の下限となる。

表中 [1+] のついた手法は、まず「一人別枠方式」を実施するというこで、人口比例とは関係なく 47 都道府県に 1 議席配り、残りの議席を各手法で配分することを意味する。[1+LRM] は 2013 年の公職選挙法改正がなかったとしたら（従来と同様の方法として）衆議院小選挙区で採用されたであろう手法である。一人別枠方式は、最高裁の判決文中で一票の格差の最大要因と指摘されているものである [25, 26, 27, 28]。ただし、最高裁のこの指摘は誤りである (cf. [44, 45])

最適解が 2 つある (optR, optD) のは、制約として割当分特性を課す場合 (optR) と課さない場合 (optD) である。「割当分特性を満たす」とは、例えば、ある県で [総議席]\*[県人口]/[全国人口]=3.4192... なら、その県の配分議席は 3 か 4 のどちらかになることを意味する。「割当分特性を満たさない」手法は、配分結果がこの条件を満たす保証がない、ということであり、先の例では、配分議席が 2 とか 5 とかそれ以外になりうる、ということである。従来法で満たすのは剰余法 (LRM, 1+LRM) だけで、除数法は満たさない。ただし、除数法の中でも両極端な LD, SD を除き、295 議席 47 都道府県 2010 年国勢調査人口（速報値）の場合、AMD, GMD, HMD では満たさない都道府県はない。

なお、定性的には他より良い性質を多く持つ AMD を採用すべきという意見もある (cf. [1, 50]) が、国・議会毎に採用している手法は様々である (cf. [30, 39, 49])。

[0 増 5 減] は緊急避難的な案であるため、定数配分のやり方は、2000 年国勢調査で [1+LRM] で配分した値を基に、5 県について各 1 議席減じただけである。そのため、神奈川県と大阪府の間で逆転現象があるなど、人口比例配分になっていない<sup>3</sup>。

<sup>2</sup>LRM = Largest Remainders Method, 最大剰余法, Hamilton 法, Vinton 法,  
LD = Largest Divisor method, 最大除数法, 切り捨て法, Jefferson 法, d'Hondt 法  
AMD = Arithmetic Mean Divisor method, 算術平均法, 四捨五入法, Webster 法, Sainte-Laguë 法  
GMD = Geometric Mean Divisor method, 幾何平均法, Hill 法, Huntington 法  
HMD = Harmonic Mean Divisor method, 調和平均法, Dean 法  
SD = Smallest Divisor method, 最小除数法, 切り上げ法, Adams 法

<sup>3</sup>2000 年人口では大阪府 8,804,806 > 8,489,932 神奈川県であり、これにもとづき議席配分された。2010 年人口で大阪府 8,862,896 < 9,049,500 神奈川県と逆転したが、配分議席は変更されず大阪府 19 > 18 神奈川県のままとされた

## 2 合県モデル

審議会の新作成方針 [24] でも基準となっているように、格差を 2 倍未満に収めるために、鳥取県へ何議席配分するかを気にすることが多いようである。つまり、一票の格差を改善するには、鳥取県への配分議席を気にする必要がある、と考えている人が多くいるということである。例えば、現在の日本の都道府県毎人口分布から、全国への議席配分の際、鳥取県のみ島根県と合併させて 1 つにし 45 都道府県 + 1 合県 [鳥取+島根] に議席配分させよう、という案がある。

この認識は正しいだろうか？ 47 都道府県のうち 1 か所だけ合併させて格差改善をはかる場合、その対象が鳥取+島根であるのかは明らかではない。よって、本研究ではどこが最も効果が高いのかを最適化モデルで計算する。

300 議席を 47 都道府県へ最適化による議席配分を行った場合、1.600 倍（最大 470,631，最小 294,209）となる<sup>4</sup>。これに対し、300 議席を 45 都道府県+1 合併へ、最適化による議席配分を行う。陸地で隣接している都道府県を合併させる場合、対象となる組み合わせは 86 におよぶ。最適化計算で求めた結果が表 2.1 である。4 つの組み合わせで、1.416 倍となる議席配分を得ることができる。

表 2.1: 45 都道府県+1 合併への最適議席配分時格差

	格差	max	min	合併 [合併前後議席]	議席増県
opt1	1.416	470,091	331,926	鳥取+島根 [2 + 2 → 3]	静岡 8 → 9
				鳥取+兵庫 [2 + 13 → 14]	静岡 8 → 9
				鳥取+岡山 [2 + 5 → 6]	静岡 8 → 9
				鳥取+広島 [2 + 7 → 8]	静岡 8 → 9
opt2	1.598	470,091	294,209	長野+静岡 [5 + 8 = 13]	—
				香川+愛媛 [3 + 4 → 6]	静岡 8 → 9
				島根+広島 [2 + 7 → 8]	静岡 8 → 9
				富山+石川 [3 + 3 → 5]	静岡 8 → 9
				富山+岐阜 [3 + 5 → 7]	静岡 8 → 9
				茨城+栃木 [7 + 5 → 11]	静岡 8 → 9
				新潟+長野 [6 + 5 → 10]	静岡 8 → 9
				大分+宮崎 [3 + 3 → 5]	静岡 8 → 9
				栃木+群馬 [5 + 5 → 9]	静岡 8 → 9
				新潟+富山 [6 + 3 → 8]	静岡 8 → 9
				山梨+静岡 [2 + 8 = 10]	—
				兵庫+岡山 [13 + 5 → 17]	静岡 8 → 9
				岡山+広島 [7 + 5 → 11]	静岡 8 → 9
				徳島+香川 [2 + 3 → 4]	静岡 8 → 9
				富山+長野 [3 + 5 → 7]	静岡 8 → 9
				福島+栃木 [5 + 5 → 9]	静岡 8 → 9

合併すると、合併前の最適議席数の合計より 1 小さい議席配分となる場合が殆どとなった。例えば、「鳥取+島根」の場合、単独では各 2 議席配分されるが、合併後は

<sup>4</sup>割当分特性を満たす場合。満たさない場合は 1.583 倍。また、295 議席の場合は 1.621 倍（表 1.3）

3 議席となる。その場合は、1 議席増える県が出るが、全て静岡県である。議席増となる静岡県は、最適化配分議席で一選挙区平均人口が最大、すなわち一票の平均価値が最も低い県である。一選挙区平均人口が最小の鳥取県を隣接県と合併させ、最大の静岡県の配分議席を 1 増して全体の都道府県平均の差を小さくして、最大格差を縮小していることになる。合併対象として静岡県が選ばれた場合（表 2.1 で「長野+静岡」と「山梨+静岡」）のみ、合併前後で議席数は変わらない。

鳥取県への着眼点は正しかったことが確認されたが、合併相手は隣接 4 県いずれでも構わないことがわかり、島根県にこだわる理由はない。格差は 1.6 倍から 0.2 ポイントも下がり、効果が高いことがわかる。また、合併させる県を鳥取以外にすると、1.598 倍で、合併させない場合の 1.600 倍とほとんど変わらず効果がないことがわかる。

鳥取+島根合併について、区割り画定問題を解きなおすと、表 2.2、図 2.1 の結果を得る。

表 2.2: 最適解：鳥取、島根、鳥取+島根

	鳥取県 (2)	島根県 (2)	鳥取+島根 (3)
県内格差	1.025	1.004	1.338
max	297,781	358,816	508,565
ave	294,209	358,177	434,927
min	290,637	357,538	379,976

また、このとき全国一票の格差は 1.931 倍が 1.822 倍に改善される。ちなみに、市区郡分割規則を変更すれば（具体的には、全国平均からの上下限分割基準値を狭めていけば）、変更の度合いにより 1.416 倍に近づけていくことができる。ただし、近づける程、分割しなければならない市区郡が大幅に増大するので、バランス感覚が大事である。そのためには、解列挙が必須となる。

いずれにせよ、議席配分の際には、格差下限値を限界まで最小にしておくことが肝要である。従って、議席配分に関しては従来法ではなく、最大格差の限界値を導出する最適化を用いるのが良い。

### 3 人口頑健性

ひとたび選挙区が画定されると、5~10 年は同じ選挙区が使われる。また、候補者の選挙活動や有権者の投票行動、選挙管理委員会の管理業務や管理コストを考えると、一度決めた選挙区はなるべく長く使うことが望まれる。しかしながら、一票の格差は人口動態によってそれなりの影響を受け、格差は拡大していくことが多い（2000~2010 年の人口変動に対する格差への影響は [45] を参照）。

表 3.1 は神奈川県を例に、2010 年時点の最適区割に対して、人口変動によって格差がどのように変化しそうかを示した表である。2015 年~2040 年の人口推計値は、国立社会保障・人口問題研究所の「日本の地域別将来推計人口 [29]」による。

最大・最小人口をもつ選挙区も、人口動態変化とともに変わっていく可能性があることに注意されたい。表 3.1 から、最初の 10 年間で 0.098 ポイント悪化する。20

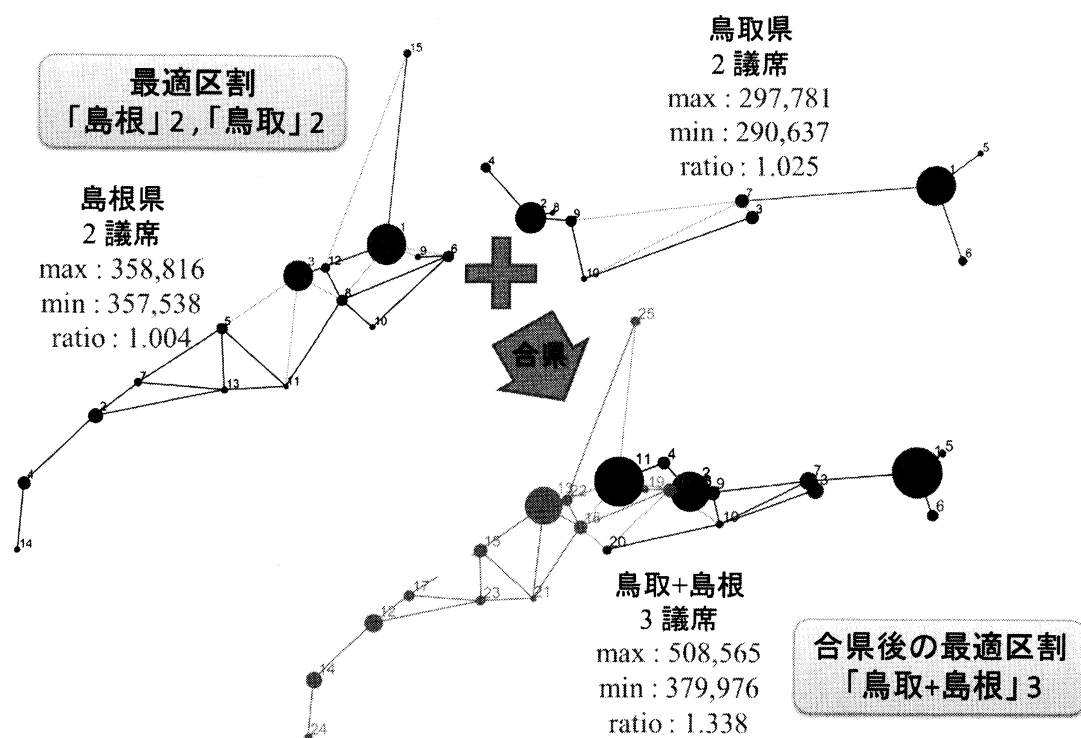


図 2.1: 最適解：鳥取，島根，鳥取+島根

表 3.1: 人口変動が格差に及ぼす影響，神奈川県 [50 市区郡，最適配分議席 20]

年	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
格差	1.252	1.290	1.350	1.423	1.500	1.584	1.673
乖離	-	+0.038	+0.098	+0.171	+0.248	+0.332	+0.421
max	505,912	527,203	537,766	543,150	544,911	543,960	540,589
min	404,236	408,585	398,199	381,814	363,245	343,401	323,213

年後には 0.248 ポイント、30 年後に 0.421 ポイント格差が拡大し、1.673 倍まで広がることが分かる。2010 年時点では最適でも 30 年間使い続ければ、格差はかくも増大する。

以上より、長く使いたいのであれば、2010 年時点では最適でなくても良いから、なるべく格差変動が小さくて済む選挙区を採用することが望まれる。そこで、最適区割を可能な限り列举し、人口変動に対して頑健な選挙区とそうでない選挙区を見極めるとよい。神奈川県の実最適区割を第 4 最適解まで 57 個列举すると、表 3.2 となる。

これらの第 1～4 最適解それぞれに対し、人口推計値による変動をあてはめると、図 3.1 の結果が得られる。



表 3.2: 神奈川県 の最適区割列挙

	格差	max	min	個数
最適解	1.252	505,912	404,236	10 個
第 2 最適解	1.253	505,912	403,676	6 個
第 3 最適解	1.254	505,912	403,571	3 個
第 4 最適解	1.267	505,912	399,315	38 個

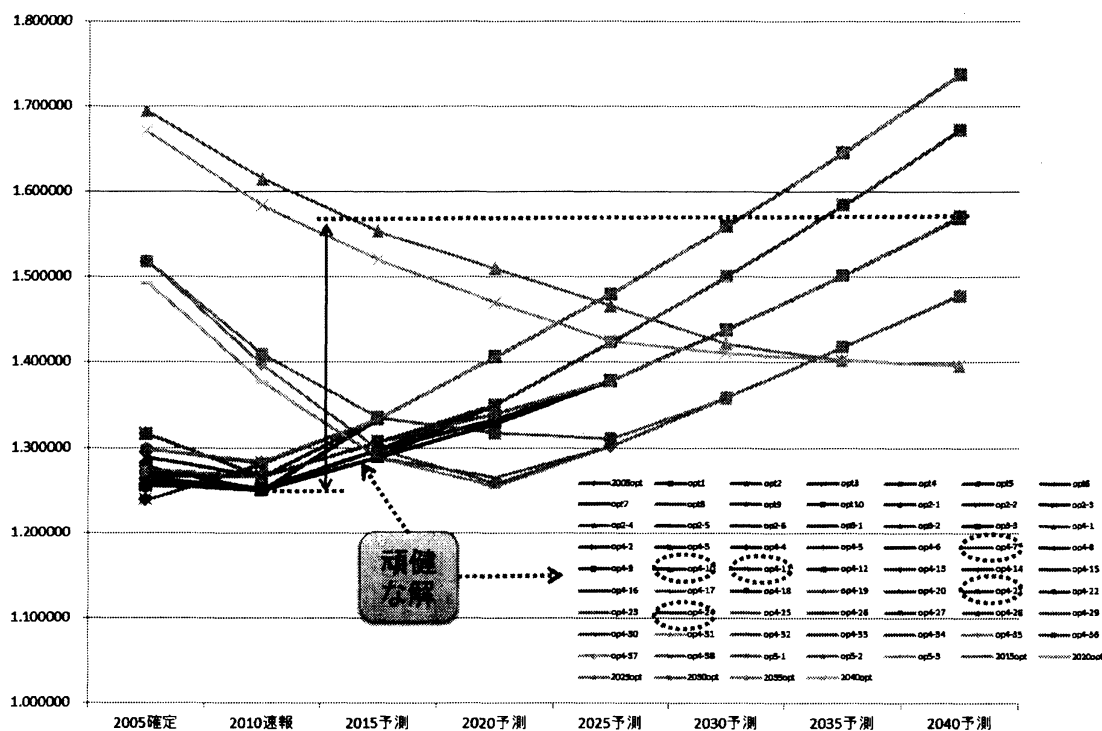


図 3.1: 第 1～4 最適解 57 個の人口頑健性比較

2010 年人口～2040 年人口推計値の 30 年間で、格差変動が最も小さいのは、第 4 最適解のうちの 5 つであり（図中の破線囲み）、その差は 0.303 ポイントである。これらの解は、2020 年までの 10 年間では 0.073 ポイントの悪化、2030 年までの 20 年間では 0.234 ポイントの悪化となった（表 3.3）。

30 年間区割を変更しない（この間選挙制度も変わらないことになる）とこの程度の変動が見込まれることが分かり、あまり長期間同じ区割を使い続けるというのは望ましくないことがわかる。ただし、この結果は長期間に渡る人口推計値の精度に依存するので注意が必要である。

また、最適区割を列挙することで、10 年間程度なら人口変動に対して頑健な区割を見つけることが出来ることも分かる。それ以上長く使うのは、投票価値の平等という点から望ましくない。国勢調査にあわせて 5～10 年ごとに区割を見直すという

表 3.3: 最も人口頑健な第 4 最適解に対する, 人口変動が格差に及ぼす影響

年	2010	2015	2020	2025	2030	2035	2040
格差	1.267	1.308	1.340	1.378	1.437	1.501	1.570
乖離	-	+0.041	+0.073	+0.111	+0.170	+0.234	+0.303
max	505,912	527,203	537,766	543,150	544,911	543,960	540,589
min	399,315	403,158	401,342	394,203	379,202	362,377	344,419

現行の手続きは, 理にかなっていると言える.

## 4 まとめと提言

最高裁は, 選挙無効請求事件の判決文 [25, 26, 27, 28] にあるとおり, 「憲法は投票価値の平等を要求している」と解釈している. ただし, 同時に「投票価値の平等は, 選挙制度の仕組みを決定する絶対の基準ではなく, 国会に広範な裁量が認められる」, すなわち「それ以外の要素も合理性を有する限り国会において考慮することが許容されているものと解される」とも述べている.

よって, 「市町村その他の行政区画などを基本的な単位として, 地域の面積, 人口密度, 住民構成, 交通事情, 地理的状况などの諸要素を考慮しつつ, 国政遂行のための民意の的確な反映を実現するとともに, 投票価値の平等を確保するという要請との調和を図ること」が求められるとする. 憲法違反かどうかの判断は, 「これら裁量権を考慮しても限界を超えていて, 是認できない」かどうかによることが, 昭和 49 年の最高裁大法廷判決以降, 平成 25 年判決まで「変更する必要は認められない」判断基準としている.

「市町村その他の行政区画」を基本単位（審議会の方針では市区郡が単位）とするという言葉が, 県を越えることを許容するかどうか曖昧だが, 越えないとした場合, 最適議席配分より格差下限の限界が 1.6 倍程度, 1 合県しても 1.4 倍程度の格差は許容することになる. よって様々折り合いを付けるのであれば, これまでの知見から最終的にできあがる区割りの最大格差は 1.7~1.8 倍程度で妥協するのが現実的なような気がする.

ところで, 日本の国政選挙は衆議院・参議院共に 2 つの選挙制度を使っている. したがって, 「一票の価値」の一票が何かは実は判然としない. 衆議院に国民は 2 票持っており, 参議院については 3 年ごとに半数改選なので, 全議員を揃える為に国民は 4 票もっていることになる. 選挙無効請求訴訟で問われるのは, 衆議院では小選挙区, 参議院では選挙区について限定であり, 仮にこれらがそれぞれ 1 倍に近くなり格差が解消されたとしても, 一票の価値が平等になるのかどうか実はわからない.

日本の政治をよくするためにではなく, おそらく, 政党・政治家の都合で 2 つの選挙制度が併用されているのであろうが, そのため, 「小選挙区制は 2 大政党制になりやすい」とか, 「比例代表制は死票を減らせる」など, よく言われるそれぞれの制度のメリットが全く享受できていない. それらの特徴を活かして日本の政治に反映させたいのであれば, まずは両議院とも 1 つの選挙制度にすべきである.

小選挙区制の場合、選挙区の作り方は次のようにするのがよい。最高裁が言及するように、数ある考慮項目の中で投票の平等性を最も重視するのだから、47都道府県への議席配分時には、格差最小が保証される最適化による議席配分を用いるべきである。区割画定の際は、全国平均からの上下限を重視し、都道府県ごとの上下限はそれに準じるよう設定すべきである。すなわち、全国一選挙区平均人口と比較して、一選挙区平均人口が小さい都道府県（一票の価値平均が相対的に高い都道府県）や大きい都道府県（一票の価値平均が相対的に低い都道府県）は、その程度に応じて県内作成時上下限範囲を狭めるべきである。これにより、議席配分時の格差下限に近い格差となる。ただし、基本単位である市区郡を分割するかどうかとのバランスも大事である。

また、最大格差を決める上下限以外の内側の人口を持つ選挙区は、上下限が確定した後で、平均からの乖離最小や、下限からの最大値最小を目的として解き直せば、個々の選挙区の格差を縮小することにつながる。該当する選挙区を列挙し、その他の制約を考慮しながら、バランスの良い選挙区を採用するとよい。

## 参考文献

- [1] M. L. Balinski and H. P. Young: Fair Representation 2nd ed., Brookings (2001).
- [2] C. Barnhart, E.L. Johnson, G.L. Nemhauser, M.W.P. Savelsbergh and P.H. Vance: Branch-and-Price: Column Generation for Solving Huge Integer Programs, *Operations Research* 46-3 (1998) 316-329.
- [3] B. Bozkaya, E. Erkut and G. Laporte: A tabu search heuristic and adaptive memory procedure for political districting, *European Journal of Operational Research* 144 (2003) 12-26.
- [4] P.G. Cortona, C. Manzi, A. Pennisi, F. Ricca and B. Simeone: Evaluation and Optimization of Electoral Systems, SIAM Monographs on Discrete Mathematics and Applications (1999).
- [5] B. Fleischmann and J.N. Paraschis: Solving a Large Scale Districting Problem: A Case Report, *Computers and Operations Research* 15-6 (1988) 521-533.
- [6] R.S. Garfinkel and G.L. Nemhauser: Optimal Political Districting by Implicit Enumeration Techniques, *Management Science* 16-8 (1970) B495-508.
- [7] B.C. Gearhart and J.M. Liittschwager: Legislative Districting by Computer, *Behavioral Science* 14 (1961) 404-417.
- [8] J.A. George and B.W. Lamar and C.A. Wallace: Determining New Zealand Electoral Districts Using a Network-Based Model, *Operational Research Society of New Zealand, Proceedings* 29 (1993) 276-283.
- [9] C.C. Harris: A Scientific Method of Districting, *Behavioral Science* 9 (1964) 219-225.
- [10] S.W. Hess, J.B. Weaver, H.J. Siegfeldt, J.N. Whelan and P.A. Zitlau: Non-partisan Political Redistricting by Computer, *Operations Research* 13 (1965) 998-1008.
- [11] H.F. Kaiser: An Objective Method for Establishing Legislative Districts, *Mid-west Journal of Political Science* 10 (1966) 200-213.

- [12] S.S. Nagel: Simplified Bipartisan Computer Redistricting, *Stanford Law Review* 17 (1965) 863-899.
- [13] S.S. Nagel: Computers and the Law and Politics of Redistricting, *Polity* 5 (1972) 77-93.
- [14] P.G. Marlin: Application of the Transportation Model to a Large-Scale “Districting” Problem, *Computers and Operations Research* 8 (1981) 83-96.
- [15] A. Mehrotra, E. Johnson and G. L. Nemhauser: An optimization based heuristic for political districting, *Management Science* 44-8 (1998) 1100-1114.
- [16] J. C. Williams, Jr.: Political Redistricting: A Review, *Papers in Regional Science* 74-1 (1995) 13-40.
- [17] W. Vickrey: On the Prevention of Gerrymandering, *Political Science Quarterly* 76 (1961) 105-110.
- [18] J.B. Weaver and S.W. Hess: A Procedure for Nonpartisan Districting: Development of Computer Techniques, *The Yale Law Journal* 72 (1963) 288-308.
- [19] T. Yamada, H. Takahashi and S. Kataoka: A branch-and-bound algorithm for the mini-max spanning forest problem, *European Journal of Operational Research*, 101 (1997) 93-103.
- [20] T. Yamada and H. Takahashi: The mini-max spanning forest problem with an application to electoral districting, *NDA discussion paper* (1997).
- [21] H.P. Young: Measuring the Compactness of Legislative Districts, *Legislative Studies Quarterly* XIII (1988) 105-115.
- [22] K.D. Burnett: Congressional Apportionment, 2010 Census Briefs, *U.S. Census Bureau* (2011).
- [23] 衆議院議員選挙区画定審議会: 区割りの改定案の作成方針 (2001).
- [24] 衆議院議員選挙区画定審議会: 緊急是正法に基づく区割りの改定案の作成方針 (2012).
- [25] 最高裁判所: 平成 22 (行ツ) 第 129 号 選挙無効請求事件 平成 23 年 3 月 23 日 大法廷判決 (2011).
- [26] 最高裁判所: 平成 22 (行ツ) 第 207 号 選挙無効請求事件 平成 23 年 3 月 23 日 大法廷判決 (2011).
- [27] 最高裁判所: 平成 25 (行ツ) 第 209,210,211 号 選挙無効請求事件 平成 25 年 11 月 20 日 大法廷判決 (2013).
- [28] 最高裁判所: 平成 25 (行ツ) 第 226 号 選挙無効請求事件 平成 25 年 11 月 20 日 大法廷判決 (2013).
- [29] 国立社会保障・人口問題研究所: 日本の地域別将来推計人口, (2013)
- [30] 梅津實, 森脇俊雅, 坪郷實, 後房雄, 大西裕, 山田真裕: 新版 比較・政治選挙 —21 世紀初頭における先進 6 カ国の選挙—, ミネルヴァ書房 (2004).
- [31] 大山達夫: 選挙区議員定数問題の数理, オペレーションズ・リサーチ 32-5 (1987) 269-280.
- [32] 大山達夫: 選挙区事例からみた議員定数配分方法の比較分析, オペレーションズ・リサーチ 32-8 (1987) 551-561.
- [33] 斎藤孝之, 武藤佳恭: 小選挙区区割り問題, *Bit*, 28-7 (1996) 88-91.
- [34] 坂口利裕, 和田淳一郎: 選挙区割りの最適化について, 三田学会雑誌 93-1 (2000) 109-137.

- [35] 坂口利裕, 和田淳一郎: 選挙区割り問題, オペレーションズ・リサーチ 48-1 (2003) 30-35.
- [36] 佐藤令: 衆議院及び参議院における一票の格差, 国立国会図書館 ISSUE BRIEF 調査と情報 714 (2011)
- [37] 高橋秀雄: ミニマックス全域森問題に関する研究, 防衛大学修士論文 (1995).
- [38] 鳥井修: グラフ上の頂点分割問題, 東京大学修士論文 (1995).
- [39] 西平重喜: 各国の選挙 一変遷と実情一, 木鐸社 (2003).
- [40] 根本俊男, 堀田敬介: 区割画定問題のモデル化と最適区割の導出, オペレーションズ・リサーチ 48-4 (2003) 300-3006.
- [41] 根本俊男, 堀田敬介: 選挙区最適区割問題のモデリングと厳密解導出, 第 15 回 RAMP シンポジウム論文集 (2003) 104-117.
- [42] 根本俊男, 堀田敬介: 衆議院小選挙区制における一票の重みの格差の限界とその考察, 選挙研究, 20 (2005) 136-147.
- [43] 根本俊男, 堀田敬介: 公平な小選挙区制のための数理モデル, システム/制御/情報 49-3 (2005) 2-7.
- [44] 根本俊男, 堀田敬介: 一票の重みの格差から見た小選挙区数, 選挙研究 21 (2006) 169-181.
- [45] 根本俊男, 堀田敬介: 平成大合併を経た衆議院小選挙区制区割環境の変化と一票の重みの格差, TORSJ 53 (2010) 90-113.
- [46] 堀田敬介: 市区郡分割を考慮した選挙区画定問題の最適化モデル, 情報研究 43 (2010) 41-60.
- [47] 堀田敬介: 衆議院議員小選挙区制最適区割 2011, 情報研究 47 (2012) 43-83.
- [48] 堀田敬介: 選挙区割の最適化と列挙索引化, オペレーションズ・リサーチ 57-11 (2012) 623-628.
- [49] 森脇俊雅: 小選挙区制と区割り, 芦書房 (1998).
- [50] 大和 毅彦: 議員定数配分方式について 一定数削減, 人口変動と整合性の観点から一, オペレーションズ・リサーチ, 48-1(2003)23-29.
- [51] 和田淳一郎: 一票の平等について, 公共選択の研究 26 (1995) 58-67.